



Universidad Nacional de Tucumán
Facultad de Ciencias Económicas
Instituto de Administración
**XI Muestra Académica de Trabajos de
Investigación de la Licenciatura en
Administración**



Aplicación de herramientas de análisis cuantitativo de negocios para clínica veterinaria

Álvarez María Lourdes, DNI 37503185
García Brenda Denisse, DNI 42665813
Martínez David Augusto, DNI 39078569
Salvatierra Gabriela Elizabeth, DNI 37997866
Sotomayor María Elina, DNI 28221946

FACE UNT

lulyalvarez23@gmail.com; brendadenissegarcia@gmail.com; martinezdavid151@gmail.com;
gabysalvatierra33@gmail.com; ma_elina_s@hotmail.com



Índice

Resumen	3
Introducción	4
Problema y Preguntas de Investigación.....	4
Objetivo General y Específicos.....	5
Marco Teórico.....	5
Pareto	5
Pronósticos	6
Diagrama de Dispersión	8
Programación Lineal Continua.....	10
Programación Lineal Entera	12
Marco Metodológico	12
Solución del Problema	12
Recomendaciones	26
Conclusiones	28
Bibliografía.....	29
Apéndice.....	30



Aplicación de herramientas de análisis cuantitativo de negocios para clínica veterinaria

Álvarez María Lourdes, García Brenda Denisse, Martínez David Augusto, Salvatierra Gabriela Elizabeth,
Sotomayor María Elina.
FACE UNT

lulvalvarez23@gmail.com; brendadenissegarcia@gmail.com; martinezdavid151@gmail.com;
gabysalvatierra33@gmail.com; ma_elina_s@hotmail.com

Resumen

En el presente trabajo se ha logrado brindarle a la gerencia de una clínica veterinaria, información relevante en cuanto al stock disponible con el que debe contar para el periodo junio-2022 de manera que pueda satisfacer la demanda de 28 productos pertenecientes a las distintas categorías (alimentos, farmacia, petshop) que ofrece a su público objetivo mediante una reconocida plataforma e-commerce. Dicha información se obtuvo gracias a la implementación de pronósticos, los cuales intentan reducir la incertidumbre respecto a qué productos serán los consumidos por los clientes en un periodo posterior, de manera que la clínica pueda planificar sus operatorias con mayor eficiencia. Una vez obtenida la demanda pronosticada, se pudo llevar a cabo la implementación de una programación lineal de la que se concluye cuál es la mezcla óptima de productos entre los 28 mencionados anteriormente, que deben venderse, con el fin de maximizar la contribución marginal total. Para ello, se tuvieron en cuenta restricciones de demanda, stock y presupuesto con el que cuenta la organización debido a las características de la compra a realizarse para disponer de stock. Este trabajo se ha llevado a cabo mediante una metodología mixta, con un diseño anidado concurrente del método dominante, donde este último es el método cuantitativo. Los datos que se procesaron para la obtención de información valiosa son de carácter longitudinal, ya que pertenecen al periodo de tiempo marzo 2021-mayo 2022. La recolección de estos datos ha surgido posterior a diversas entrevistas con los socios de la organización.

Palabras claves: Pronósticos, Programación lineal, Productos, Demanda, Plataforma e-commerce, Gestión



Introducción

La organización bajo estudio se denomina “La Clínica” a modo de preservar su información y persona jurídica. La misma opera desde comienzos del año 2021 en la capital tucumana. Además de brindar sus servicios médicos veterinarios, comercializa productos pertenecientes a tres macro categorías: farmacia, alimentos balanceados y accesorios de petshop. Las ventas que se proponen para el análisis y aplicación de herramientas cuantitativas de negocio, son las efectuadas mediante una plataforma e-commerce.

Una norma crucial en la administración de la cadena de valor de “La Clínica”, es la planificación eficaz de la demanda de sus clientes. Dicha planificación comienza con los pronósticos precisos. Este es un proceso de planificación que permite a la empresa bajo estudio formular los pronósticos de aquellos productos que sirven de base para los procesos de inventario e ingresos, particularmente. Tal pronóstico es el proceso de elaborar la visión más probable de lo que será la demanda futura, dado un conjunto de suposiciones sobre costos, precios, marketing, gastos y distintas restricciones y políticas con respecto a la capacidad organizacional.

Por otro lado, planificar es tomar decisiones administrativas acerca de cómo utilizar los recursos disponibles para responder mejor a los pronósticos de la demanda. Siguiendo este concepto, el presente trabajo de campo buscará encontrar la mezcla óptima, a partir de considerar los productos más relevantes en cuanto a cantidades, que deben venderse, para maximizar la contribución marginal total. De esta manera la organización podrá gestionar los procesos que realiza para la comercialización de los bienes en la plataforma digital.

Siguiendo esta idea, los pronósticos deben preceder a los planes, ya que no es posible tomar decisiones con respecto al nivel de inventario o a los mejores procesos de comercialización a llevar a cabo, sino hasta que se hayan formulado pronósticos que ofrezcan, dentro de lo razonable, una visión precisa de lo que será la demanda para el próximo periodo bajo estudio.

Problema y Preguntas de Investigación

La organización en consideración, posee un escaso estudio sistemático respecto al movimiento de ventas que posee en la plataforma donde ofrece sus productos. Lo que impide lograr una buena gestión de su inventario y cumplir con la demanda de los productos que en ella ofrece y las políticas que deben cumplirse para poder operar con normalidad en tal aplicación.



Las preguntas que surgen de esta problemática son:

- ¿Cuáles son los productos más significativos en cuanto a cantidades vendidas?
- ¿Qué cantidades se esperan vender en el próximo periodo?
- ¿Cuál es la mezcla óptima de productos que maximiza la contribución marginal?

Objetivo General y Específicos

Objetivo general: Proponer herramientas de análisis cuantitativo que ayuden a la toma de decisiones basadas en datos históricos, para optimizar la gestión del stock disponible en la venta e-commerce.

Objetivos específicos:

- Conocer los productos más relevantes en cuanto a cantidades vendidas.
- Pronosticar las ventas de los productos más significativos en la plataforma.
- Encontrar la mezcla óptima de productos que maximicen la contribución marginal en la plataforma.

Marco Teórico

Pareto

El diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite asignar un orden de prioridades. El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes (Render 2012). Mediante la gráfica se colocó los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha. El diagrama facilita el estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales psicosomáticos, como se puede ver en el ejemplo de la gráfica al principio del artículo.

Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas, no son un proceso lineal, sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos y rebotes internos del pronosticado. El principal uso que tiene el elaborar este tipo de diagrama es poder establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización. Evaluar todas las fallas, saber si se pueden resolver o mejor aún evitarlas.



Pronósticos

Pronosticar es el acto que intenta predecir el futuro, ya sea, basado en datos históricos o especulación acerca del futuro cuando no existe historia o información. Un pronóstico no puede ser más preciso que los datos en los que se basa. Si entra basura sale basura. Por ello, los datos deben reunir criterios para determinar su utilidad, como ser:

- ✓ Fidedignos y precisos: conocer la fuente de su recolección.
- ✓ Relevantes y representativos: no sirven los datos irrelevantes.
- ✓ Coherentes: cierta lógica.
- ✓ Oportunos: valiosos en el tiempo.

Cuando los datos existen lo mejor es un enfoque cuantitativo o estadístico, pero si no existen datos históricos, entonces, potencialmente un enfoque cualitativo o de juicio es usualmente el único recurso. Dentro de los modelos cuantitativos se diferencian entre aquellos de corto o largo plazo dependiendo de la cantidad de períodos que se desea pronosticar. Entre aquellos de corto plazo se presentan tales como: el modelo de promedio móviles (simple o ponderado), suavizamiento exponencial, proyecciones con tendencia, y dentro de los de largo plazo tenemos el método de descomposición, el método de regresión tanto simple como múltiple, entre otros.

Otro tipo de clasificación, es la que propone el autor Render (Render, 2012) en la figura 1 donde diferencia en tres grandes categorías los modelos de pronósticos. Qué son los modelos de serie de tiempo, los modelos causales y los modelos cualitativos.



Figura 1. Modelos de Pronósticos



Fuente: Modelos Cuantitativos Para Los Negocios. M. (2013).

Estos últimos son aquellos que intentan incorporar factores subjetivos o de opiniones en los modelos de pronósticos. Son útiles sobre todo cuando se espera que los factores subjetivos sean muy importantes o cuando es difícil obtener datos cuantitativos precisos. Tienen su utilidad y gran incidencia en escenarios donde no hay datos históricos.

Los modelos causales incorporan las variables o factores que pueden influir en la cantidad que se pronostica con el modelo de elaboración de pronósticos. Incorpora dos variables X e Y, la primera independiente y la siguiente dependiente. Donde podemos predecir la dependiente a través del comportamiento u observación de la independiente. Nuestro conocimiento del valor de una variable o quizás de algunas variables, nos permite pronosticar el valor de otra variable. Para utilizar un modelo causal se deben cumplir dos condiciones:

- Debe haber una relación entre los valores de las variables independientes y dependientes.
- Los valores de las variables independientes deben ser conocidos y estar disponibles para poder efectuar el pronóstico.

Por último, los modelos de serie de tiempo que intentan predecir el futuro usando datos históricos. Estos modelos suponen que lo que ocurra en el futuro es una función de lo que ya ha sucedido en el pasado. En otras palabras, los modelos de series de tiempo ven qué ha pasado durante un periodo y usan una serie de datos históricos para realizar un pronóstico.



Entre los tipos de modelos de series de tiempo, también llamados de corte longitudinal puesto que los datos implican analizar una situación a través del paso del tiempo, se destacan los siguientes:

- *Los promedios móviles:* son útiles si podemos suponer que las demandas del mercado permanecerán bastante estables en el tiempo.
- *El método suavizamiento exponencial simple:* se calcula el promedio de una serie de tiempo con un mecanismo de autocorrección que busca ajustar los pronósticos en dirección opuesta a las desviaciones del pasado mediante una corrección que se ve afectada por un coeficiente de suavizamiento.
- *Coeficiente de suavizamiento:* el valor adecuado de la constante de suavizamiento, podría marcar la diferencia entre un pronóstico exacto y uno inexacto. Al elegir un valor para la constante de suavizamiento, el propósito es obtener el pronóstico más exacto. Se pueden tratar varios valores de la constante de suavizamiento y se seleccionará aquel que dé la menor DMA.
- *Suavizamiento Exponencial con Tendencia:* Si hay una tendencia presente en los datos, debería usarse un modelo de pronóstico que la incorpore de manera explícita en el pronóstico. Una de esas técnicas es el modelo de suavizamiento exponencial con ajuste de tendencia. La idea es desarrollar un pronóstico de suavizamiento exponencial y, luego, ajustarlo por la tendencia. Se emplean dos constantes de suavizamiento y en este modelo y ambos valores deben estar entre 0 y 1.

Los administradores deben aprender a aceptar el hecho de que, sin importar la técnica empleada, no podrán elaborar pronósticos perfectos.

Diagrama de Dispersión

Los diagramas de dispersión son muy útiles cuando se pronostican series de tiempo. Un diagrama de dispersión para una serie de tiempo se grafica en dos dimensiones, con el tiempo en el eje horizontal y la variable que se pronostica (como las ventas) se coloca en el eje vertical. Esto permite analizar con mayor claridad si las variables presentan los componentes propios de las series de tiempo. En general, una serie de tiempo tiene cuatro componentes:

1. Tendencia (T) es el movimiento gradual hacia arriba o hacia abajo de los datos en el tiempo.
2. Estacionalidad (S, por seasonality) es el patrón de la fluctuación de la demanda arriba o abajo de la recta de tendencia que se repite a intervalos regulares.
3. Ciclos (C) son patrones en los datos anuales que ocurren cada cierto número de años. Suelen estar vinculados al ciclo de negocios.



4. Variaciones aleatorias (R por Random variations) son “saltos” en los datos ocasionados por el azar y por situaciones inusuales; no siguen un patrón discernible.

Una vez realizado este análisis preliminar, se procede a elaborar el pronóstico, para ello se deben seguir los siguientes pasos:

1. Determinar la meta del pronóstico
2. Seleccionar las cantidades a pronosticar
3. Determinar el horizonte de tiempo:
4. Seleccionar el modelo o los modelos de pronóstico
5. Reunir los datos necesarios
6. Validar el modelo de pronóstico
7. Efectuar el pronóstico: para el siguiente periodo
8. Implementar los resultados.

Estos pasos indican de una manera sistemática como iniciar, diseñar e implementar un sistema de pronósticos.

Medidas de Exactitud del Pronóstico:

Render (2012) Una vez que hemos identificado el objetivo, el horizonte temporal a trabajar con el pronóstico, los modelos a probar, debemos trabajar con alguna medida de exactitud que permita escoger uno de los varios modelos de pronóstico propuestos para trabajar. Básicamente permiten determinar que tan bien funciona un modelo o para comparar un modelo con otros, los valores pronosticados se comparan con los valores reales u observados.

- Una medida de exactitud es la desviación media absoluta (DMA), que se calcula tomando la suma de los valores absolutos de los errores de pronósticos individuales y, luego, dividiendo entre el número de errores (n):

$$DMA = \frac{\sum |\text{error del pronóstico}|}{n}$$

- En ocasiones se emplean otras medidas de la exactitud de los errores históricos al pronosticar. Una de las más comunes es el error cuadrado medio (ECM), que es el promedio de los cuadrados de los errores:

$$ECM = \frac{\sum (\text{error})^2}{n}$$

- Además de la DMA y el ECM, algunas veces se utiliza el error medio absoluto porcentual (EMAP), que es el promedio de los valores absolutos de los errores expresados como porcentajes de los valores reales. Esto se calcula como:



$$EMAP = \frac{\sum \left| \frac{\text{error}}{\text{real}} \right|}{n} 100\%$$

Programación Lineal Continua

Muchas decisiones administrativas implican tratar de hacer un uso más eficaz de los recursos de una organización. En general, los recursos incluyen maquinaria, mano de obra, dinero, tiempo, espacio de almacenamiento y materia prima. Tales recursos se utilizan para elaborar productos o servicios (Render 2012).

La programación lineal (PL) es una técnica de modelado matemático ampliamente utilizada, que está diseñada para ayudar a los gerentes en la planeación y toma de decisiones respecto a la asignación de recursos.

La programación lineal es un proceso de optimización. Una sola función objetiva expresa matemáticamente lo que se intenta maximizar (por ejemplo, las utilidades o el valor presente) o minimizar (por ejemplo, los costos o el desperdicio).

La función objetivo proporciona el sistema de calificaciones mediante el cual se juzgará el atractivo de las diferentes soluciones.

Las variables de decisión representan las opciones que están bajo el control de la persona que toma las decisiones. Resolviendo el problema se obtienen sus valores óptimos. Por ejemplo, una variable de decisión podría ser el número de unidades de un producto que se fabricarán durante el mes próximo o el número de unidades que se mantendrán en inventario el mes entrante.

La programación lineal se basa en la suposición de que las variables de decisión son continuas, ya sean cantidades fraccionarias o números enteros. Con frecuencia, esta suposición es realista, como cuando la variable de decisión se expresa en unidades monetarias, horas o alguna otra medida continua. Sin embargo, aun cuando las variables de decisión representan unidades no divisibles, como trabajadores, mesas o camiones, a veces es posible redondear simplemente hacia arriba o abajo la solución de programación lineal para obtener una solución razonable que no viole ninguna restricción, o se puede usar una técnica más avanzada que se llama programación entera.

Las restricciones son limitaciones que restringen las opciones permisibles para las variables de decisión. Cada limitación puede expresarse matemáticamente en cualquiera de estas tres formas: una restricción menor que o igual a (\leq), igual a ($=$), o mayor que o igual a (\geq). Una restricción \leq impone un límite superior a cierta función de las variables de decisión y se emplea con mayor frecuencia en problemas de maximización.

Todo problema de programación lineal debe tener una o varias restricciones. Consideradas en conjunto, esas restricciones definen una región factible, que representa todas las combinaciones permisibles de las



variables de decisión. En algunas situaciones inusuales, el problema está restringido de manera tan estricta que sólo existe una solución posible (o tal vez ninguna). No obstante, en el caso más común, la región factible contiene un número infinito de soluciones posibles, suponiendo que las combinaciones factibles de las variables de decisión puedan ser valores fraccionarios. La meta de la persona que toma las decisiones consiste en encontrar la mejor solución posible.

La función objetivo y las restricciones son funciones de las variables de decisión y los parámetros.

Un parámetro, también conocido como coeficiente o constante dada, es un valor que la persona a cargo de tomar la decisión no puede controlar y que no cambia cuando se implementa la solución. Se supone que todos los parámetros se conocen con certidumbre.

Se supone que las ecuaciones de la función objetivo y las restricciones son lineales. La linealidad implica proporcionalidad y aditividad; no puede haber productos (por ejemplo, $10x_1x_2$) ni potencias (por ejemplo,) de las variables de decisión. Supongamos que las utilidades obtenidas con la fabricación de dos tipos de productos (representados por las variables de decisión x_1 y x_2) son $2x_1 + 3x_2$. La proporcionalidad implica que una unidad de x_1 hace una contribución de \$2 a las utilidades y que dos unidades contribuyen con \$4, independientemente de la cantidad de x_2 producida. Asimismo, cada unidad de x_2 contribuye con \$3, sin importar que se trate de la primera o la décima unidad producida. El principio de aditividad significa que el valor total de la función objetivo es igual a las utilidades de x_1 más las utilidades de x_2 .

Finalmente, se parte de una suposición de no negatividad, lo cual significa que las variables de decisión deben ser positivas o cero. Por ejemplo, una empresa que fabrica salsa para espagueti jamás podrá producir un número negativo de frascos. Para que una formulación de programación lineal sea formalmente correcta, tiene que mostrar una restricción ≥ 0 para cada variable de decisión.

Aun cuando las suposiciones de linealidad, certidumbre y variables continuas son restrictivas, la programación lineal ayuda a los gerentes a analizar muchos problemas complejos de asignación de recursos. El proceso de construcción del modelo obliga a los gerentes a identificar las variables de decisión y las restricciones importantes, lo cual constituye un paso útil por derecho propio.

(Render 2012) Una de las aplicaciones más comunes de la PL es el problema de la mezcla de productos. Con frecuencia dos o más productos se fabrican con recursos limitados, como personal, máquinas, materia prima, etcétera. La utilidad que la empresa busca maximizar se basa en la contribución a la utilidad por unidad de cada producto. La compañía quiere determinar cuántas unidades de cada producto se deberían fabricar para maximizar la utilidad general dados sus recursos limitados.



Programación Lineal Entera

Un modelo de programación entera es un modelo que tiene restricciones y una función objetivo idénticas a las formuladas por la PLC. La única diferencia es que una o más de las variables de decisión tienen que tomar un valor entero en la solución final. Existen tres tipos de problemas de programación entera:

1. Los problemas de programación entera pura son casos donde se requiere que todas las variables tengan valores enteros.
2. Los problemas de programación entera mixta son casos en los cuales se requiere que algunas variables de decisión, aunque no todas, tengan valores enteros.
3. Los problemas de programación entera cero-uno son casos especiales donde todas las variables de decisión deben tener valores de solución enteros de 0 o 1. La solución de un problema de programación entera es mucho más difícil de resolver que un problema de PLC.

Marco Metodológico

El presente trabajo se ha llevado a cabo mediante una metodología mixta con un diseño anidado concurrente del método dominante, donde este último es el método cuantitativo.

Mediante entrevistas a los socios responsables del negocio bajo estudio se ha logrado recabar la información pertinente para el planteo de la solución a la problemática establecida, siendo la mayor parte de estos datos brindados de carácter cualitativos. Estos datos cualitativos serán de gran aporte a la hora de elaborar métodos cuantitativos para la búsqueda de la mejor solución a la situación problemática.

Los datos con los que se ha trabajado, además de los cualitativos respecto a la operatoria organizacional, han sido longitudinales, pertenecientes al periodo de marzo 2021 hasta la actualidad, mayo 2022. Con estos datos se ha propuesto realizar predicciones para el periodo subsiguiente junio-2022.

Solución del Problema

Planteada la base de datos correspondiente a 15 periodos mensuales (marzo 2021/mayo 2022) se han totalizado las ventas en la plataforma utilizada para la venta de productos pertenecientes a tres categorías (farmacia, alimentos balanceados, accesorios de petshop). En términos cuantitativos, dicha sumatoria se puede observar en las figuras 2 y 3.



Figura 2. Unidades por categoría vendidas

Categorías	Unidades	% Unidades
Alimentos	1144	35%
Farmacia	301	9%
Petshop	1858	56%
Total general	3303	100%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Ventas por categoría

Categoría	Ventas App	% Ventas	0,31			Costo	Margen	% Costo
			Comision	Ventas Netas	% Ventas netas			
Alimentos	\$ 1.940.010,75	74%	\$ 601.403,33	\$ 1.480.924,24	74%	\$ 1.096.980,92	\$ 383.943,32	0,65
Farmacia	\$ 225.490,00	9%	\$ 69.901,90	\$ 172.129,77	9%	\$ 114.753,18	\$ 57.376,59	0,5
Petshop	\$ 456.760,00	17%	\$ 141.595,60	\$ 348.671,76	17%	\$ 205.101,08	\$ 143.570,72	0,3
TOTAL	\$ 2.622.260,75	100%	\$ 812.900,83	\$ 2.001.725,76	100%	\$ 1.416.835,18	\$ 584.890,63	22%

Fuente: Elaboración propia.

La sumatoria de productos comercializados en la web son 277 en total, entre las tres categorías mencionadas. En el periodo bajo estudio se han vendido 3303 unidades, donde un 56% corresponde la categoría petshop seguida por alimentos con un 35% y por último un 9% de farmacia.

Debido al contexto inflacionario predominante en nuestro territorio nacional, se dejan de lado los conceptos monetarios, que en este caso no es objeto su análisis sin tener en cuenta dicho factor inflacionario. En estos términos, las ventas han sido de \$2.622.260,75. Las condiciones pactadas en el contrato celebrado entre **“La Clínica”** y la plataforma e-commerce, establecen una comisión por ventas de un 31%, costo que se traduce en un incremento de precios en los productos encontrados en tal medio web.

Como resultado de las ventas netas posterior a la comisión establecida, la categoría de alimentos es la que mayor porcentaje representa en las ventas con un 74% seguida por petshop con un 17% y finalmente farmacia con un 9%.

Siendo 277 productos en total los que se comercializan, se ha procedido a implementar el método de Pareto que brinda información de manera gráfica respecto al 20% de productos que acumulan el 80% de las cantidades vendidas. Logrando de esta manera una mejor gestión de los mismos, haciendo hincapié en todos los productos que poseen mayor relevancia en cuanto a la demanda por parte de la cartera de clientes.

A los fines prácticos, su gráfica no contribuye con su fin principal, de detectar de manera gráfica y sencilla cuales son los productos con mayor importancia. Es por ello que, para una mejor comprensión, se enlistan los 71 productos resultantes, en cuanto a cantidades, participación relativa y acumulada:



Tabla1. *Listado de productos de mayor demanda*

Producto	Unidades	% Unid	% Acum. Unid
Piedras sanitarias económicas xkg	272	8,23%	8,23%
Michi Feliz piedras sanitarias	154	4,66%	12,90%
Complete gato castrado x1.5kg	117	3,54%	16,44%
Absorsol perfumadas x2kg piedras sanitarias	113	3,42%	19,86%
Absorsol x2kg piedras sanitarias	105	3,18%	23,04%
Complete gato x1.5kg	102	3,09%	26,13%
Salsa salmon whiskas	94	2,85%	28,97%
Salsa carne whiskas	91	2,76%	31,73%
Absorsol x3.6kg piedras sanitarias	89	2,69%	34,42%
Salsa pedigree ad RP	83	2,51%	36,94%
Salsa pavo whiskas	77	2,33%	39,27%
Complete gatito x1.5kg	58	1,76%	41,02%
Absorsol perfumadas lavanda x3.6kg piedras sanitarias	55	1,67%	42,69%
Hueso comestible 5/6	55	1,67%	44,35%
Balanced ad RP x3kg	52	1,57%	45,93%
Hueso comestible ¾	45	1,36%	47,29%
Pañopet max x 1 unid	41	1,24%	48,53%
Balanced gatito x2kg	38	1,15%	49,68%
Royal mini adult x3kg	38	1,15%	50,83%
Royal mini adult x1kg suelto	33	1,00%	51,83%
Eukanuba ad RP x3kg	32	0,97%	52,80%
Manopla plastica quitapelos	30	0,91%	53,71%



Producto	Unidades	% Unid	% Acum. Unid
Pipetas osspret 2 a 10	30	0,91%	54,62%
Complete ad RP x1.5kg	29	0,88%	55,50%
Pipetas osspret gatos 4kg	29	0,88%	56,37%
Balanced gato ad x2kg	27	0,82%	57,19%
Complete cach RP x1.5kg	26	0,79%	57,98%
Salsa gatito whiskas	25	0,76%	58,73%
Balanced ad RM x3kg	24	0,73%	59,46%
Bandeja sanitaria mediana	24	0,73%	60,19%
Piedras limpcat aglomerantes	24	0,73%	60,91%
Salsa pedigree ad RG	24	0,73%	61,64%
Complete gato senior 1,5kg	23	0,70%	62,34%
Pipetas osspret gato 4 a 8kg	23	0,70%	63,03%
Balanced cach RM x3kg	21	0,64%	63,67%
Hierba gatera	21	0,64%	64,31%
Juguete pelota de goma chica per-ros	21	0,64%	64,94%
Royal canin pouch kitten	21	0,64%	65,58%
Royal Fit 32 suelto x kg	21	0,64%	66,21%
Pañopet mini x 1 unid	20	0,61%	66,82%
Repuesto bolsas x3	19	0,58%	67,39%
Agility gato urinario x1.5kg	18	0,54%	67,94%
Comedero plastico chico	18	0,54%	68,48%
Complete adult razas pequeñas 3kg	18	0,54%	69,03%
Complete cacho razas pequeñas 3kg	18	0,54%	69,57%



Producto	Unidades	% Unid	% Acum. Unid
Agility gato adulto 1.5kg	17	0,51%	70,09%
Kit Sanitario Mediano	17	0,51%	70,60%
Lata agility gato higado vacuno 340gr	16	0,48%	71,09%
Royal perro gastro intest x2kg	16	0,48%	71,57%
Balanced cach RP x3kg	15	0,45%	72,03%
Hueso comestible 7/8	15	0,45%	72,48%
Lata agility gato carne vacuna 340gr	15	0,45%	72,93%
Royal canin pouch mini adult	15	0,45%	73,39%
Belcat x10kg	14	0,42%	73,81%
Dentastix 1 unidad razas pequeñas	14	0,42%	74,24%
Lata agility gato carne de pollo 340gr	14	0,42%	74,66%
Lata agility perro cachorro 340gr	14	0,42%	75,08%
Absorsol perfumadas de limon 3,6kg piedras sanitarias	13	0,39%	75,48%
Aerosol pulguicida	13	0,39%	75,87%
Balanced cerdo y arroz x3kg	13	0,39%	76,26%
Belcan cach x15kg	13	0,39%	76,66%
Pipetas osspret 11 a 20	13	0,39%	77,05%
Pipetas Power 11 a 20	13	0,39%	77,44%
Royal medium adult x3kg	13	0,39%	77,84%
Lata agility gato sardina 340gr	12	0,36%	78,20%
Pipeta frontline plus gato	12	0,36%	78,56%
Collar tea gato	11	0,33%	78,90%
Juguete rasca encías de goma	11	0,33%	79,23%



Producto	Unidades	% Unid	% Acum. Unid
Royal mini junior x3kg	11	0,33%	79,56%
Agility gato kitten 1.5kg	10	0,30%	79,87%
Arnes con alitas para gatos	10	0,30%	80,17%

Fuente: Planilla Excel

Una vez que se han identificado los productos que representan el 80% de las cantidades vendidas, se ha planteado proseguir con el pronóstico de estas unidades para el periodo de junio 2022. Esta tarea se ha llevado a cabo en el software estadístico QM for Windows V5.

Siguiendo los siguientes pasos para Pronosticar:

1. Determinar la meta del pronóstico: se prevé estimar las cantidades a vender para el mes de junio del 2022.
2. Seleccionar las cantidades a pronosticar: las cantidades a pronosticar son las unidades de cada uno de los productos pertenecientes al 20% de los productos vitales mencionados en el diagrama de Pareto
3. Determinar el horizonte de tiempo: el pronóstico se realizará de manera mensual para el periodo subsiguiente junio 2022, a través del análisis de los 15 meses precedentes a tal periodo.
4. Seleccionar el modelo o los modelos de pronóstico: debido a que el pronóstico se ha de efectuar para un periodo mensual (corto plazo) se proponen los modelos acordes a este, como lo son los promedios móviles y el suavizamiento exponencial simple.
5. Reunir los datos necesarios: los datos recabados han sido de 15 períodos mensuales correspondientes a las ventas realizadas en una plataforma e-commerce por **“La Clínica”**.
6. Validar el modelo de pronóstico: considerando los 15 períodos mensuales a disposición de las ventas efectuadas, se procede a la utilización de un gráfico de líneas para evaluar casos de estacionalidad, tendencia, ciclos y variables aleatorias que se ajusten a determinados modelos de pronóstico.
7. Efectuar el pronóstico: utilizando el software QM for Windows V5 se ha efectuado el ingreso de los datos correspondientes a la demanda histórica de productos y ejecutado el pronóstico
8. Implementar los resultados

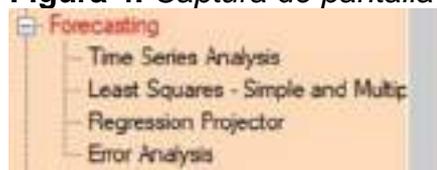
Ya que se dispone de datos históricos respecto a las ventas, se ha logrado trabajar en esta investigación, con modelos cuantitativos de carácter estocásticos como lo son las series de tiempo para llegar a conocer la demanda futura que tendrán los productos de **“La**



Clínica”. Se ha utilizado entonces, la herramienta QM de la siguiente manera:

- I. El primer paso para realizar un Pronóstico mediante esta herramienta, es elegir la técnica, la cual, en este caso corresponde a Series de Tiempo

Figura 4. Captura de pantalla QM for Windows



Fuente: QM for Windows

- II. El segundo paso es indicarle un título al pronóstico y seleccionar la cantidad de períodos de los cuales se tienen datos, siendo estos 15 períodos bajo estudio correspondientes al producto Piedras sanitarias económicas x kg:

Figura 5. Captura de pantalla QM for Windows



Fuente: QM for Windows

- III. El tercer paso es copiar la demanda del producto en cada mes histórico y optar por el método correspondiente según los datos obtenidos del análisis de dispersión y el horizonte de tiempo. En el caso de Piedras sanitarias económicas x kg se utilizó el método de Suavizamiento Exponencial



Figura 6. Captura de pantalla QM for Windows

	Demand(y)	Forecast
March	2	0
April	0	0
May	13	0
June	8	0
July	3	0
August	20	0
September	19	0
October	31	0
November	10	0
December	41	0
January	0	0
February	18	0
March	53	0
April	14	0
May	39	0

Fuente: QM for Windows

- IV. Establecidos todos los parámetros requeridos por la herramienta, se obtiene entonces una solución para el periodo bajo estudio del producto solicitado.

Figura 7. Captura de pantalla QM for Windows

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	2.97
MAD (Mean Absolute Deviation)	16.598
MSE (Mean Squared Error)	414.921
Standard Error (denom=n-2=12)	22.002
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	79.221%
Forecast	
next period	35.263

Fuente: QM for Windows



De esta manera se ha realizado el pronóstico para los 71 productos en estudio. Utilizando los modelos de serie de tiempo promedios móviles y suavizamiento exponencial. Donde en el primero se ha considerado un periodo $n=3$ y en el segundo una constante de suavizamiento de $\alpha=0.80$ a los fines de ponderar con mayor peso a la demanda de periodos más cercanos ya que son los tiempos en los que las ventas se han logrado estabilizar en la plataforma.

Como ha mencionado Render en su bibliografía, todo gerente debe saber que ningún pronóstico es perfecto y además de contar con datos cuantitativos, no debe dejarse de lado la intuición del analista y su juicio de valor basado en la experiencia. Es por ello que, de los 71 productos bajo análisis, sólo 28 de ellos poseen un pronóstico puramente cuantitativo basado en datos históricos.

Una vez concluido con el trabajo de pronósticos de los productos bajo análisis y seleccionando 28 de ellos que son los que cuentan con un pronóstico cuantitativo certero bajo ciertas consideraciones, el siguiente paso es realizar la Programación Lineal.

Los pasos en la formulación de un programa lineal son los siguientes

1. Entender cabalmente el problema administrativo que se enfrenta:
Identificados los 28 productos se busca encontrar la mezcla óptima de productos en los que la gerencia debe hacer foco para explotar sus ventas. De esta manera se logra maximizar la contribución marginal total respecto a estos productos que son vitales dentro de la plataforma e-commerce.
2. Identificar el objetivo y las restricciones
Como se ha mencionado, en este trabajo se busca la maximización de la contribución marginal total.
La operatoria de la organización está limitada a ciertas políticas y ciertos recursos escasos que posee la misma:
 - Restricciones de demanda: el pronóstico realizado al comienzo de esta investigación, en esta instancia, sirve como demanda pronosticada para el mes de junio de 2022. Y esta es la que debe satisfacer **“La Clínica”** para mantener cubiertas las necesidades de sus clientes.
 - Restricciones capacidad de stock: mediante entrevistas realizadas a los socios de la organización, se ha logrado conocer las compras mensuales promedios que se realizan de los 28 productos bajo análisis. Donde se pudo identificar qué porcentaje de las compras son destinadas a las ventas de mostrador y las disponibles por diferencia a la venta e-commerce.
 - Restricción presupuestaria: debido a las características de los productos y sus cantidades, los socios han determinado un monto disponible para tal compra.



3. Definir las variables de decisión

La variable que tiene bajo control la organización son las unidades de productos con las que puede abastecerse para hacer frente a la demanda de sus clientes. Por lo tanto, la variable de decisión definida para este modelo de programación lineal son las unidades de 28 productos disponibles en la plataforma web. Como resultado, ha de obtenerse la mezcla óptima de estos productos, según se cumplan las restricciones y se aumente la contribución marginal total.

4. Utilizar las variables de decisión para escribir expresiones matemáticas de la función objetivo y de las restricciones.

Figura 8: Paso 4 programación lineal

VD	Cantidades de productos a vender en el próximo periodo en la plataforma
FO	Maximizar la contribucion marginal total
	FO = X1 * \$21 + X2 * \$62+.....+ X27* \$197 + X28 * \$93
DEMANDA:	
	X1 >= 36
	X2 >= 11

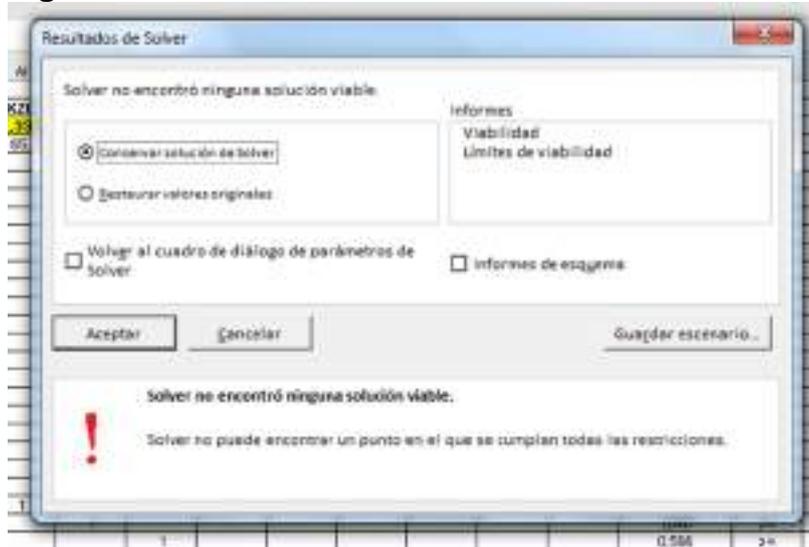
	X27 >= 3
	X28 >= 2
CAPACIDAD STOCK:	
	X1 <= 60
	X2 <= 16

	X27 <= 18
	X28 <= 24
PRESUPUESTO:	
	X1 * \$29,68 + X2 * \$88,29 + ...+ X27 * \$281,57 + X28 * \$133,31 <= \$50000

Fuente: Producción propia

5. Se procede a realizar la Programación con Solver:

Figura 9: Solución no encontrada



Fuente: Captura de pantalla resultado de Solver

Como indica la figura N° 7, Solver en primera instancia no encontró una solución óptima en las que se satisfagan todas las restricciones. Esto ocurre en ocasiones donde las restricciones son demasiadas duras, o como en este caso en particular de estudio, donde la demanda era superior a la capacidad de la organización en cuanto a su stock disponible para la venta online.

Figura 10: Solución Óptima no encontrada

Microsoft Excel 16.0 Informe de viabilidad
 Hoja de cálculo: [PEVA.xlsx]Prog Lineal
 Informe creado: 10/6/2022 13:17:07

Restricciones (sin incluir límites de variables) que hacen que el problema no sea viable

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demanda
\$A\$55	Complete gato castrado 11.5kg	5	\$A\$55 <= \$A\$55	Vinculante	0
\$A\$57	Complete gato castrado 11.5kg	5	\$A\$57 >= \$A\$57	Infracción	-6

Fuente: Captura de pantalla Informe de sensibilidad



Figura 11. Datos correspondientes a la programación lineal

VD	Producto	Coeficiente objetivo	Restricciones			Restric Relajada
			Demanda >=	Stock Disp <=	Presupuesto <=	Stock Disp
X1	Piedras sanitarias economicas x1kg	\$ 21	36	60	\$ 30	60
X2	Michi Feliz piedras sanitarias	\$ 62	11	16	\$ 88	16
X3	Complete gato castrado x1.5kg	\$ 194	11	5	\$ 554	15
X4	Absorsol perfumadas x2kg piedras sanitarias	\$ 122	8	16	\$ 174	16
X5	Absorsol x2kg piedras sanitarias	\$ 87	6	18	\$ 125	18
X6	Complete gato x1.5kg	\$ 192	11	5	\$ 548	15
X7	Salsa carne whiskas	\$ 31	1	18	\$ 45	18
X8	Absorsol x3.6kg piedras sanitarias	\$ 155	8	28	\$ 221	28
X9	Salsa pedigree ad RP	\$ 27	4	18	\$ 39	18
X10	Complete gato x1.5kg	\$ 203	6	10	\$ 579	10
X11	Absorsol perfumadas lavanda x3.6kg piedras sanitaria	\$ 213	4	28	\$ 305	28
X12	Hueso comestible 5/6	\$ 53	2	3	\$ 76	3
X13	Balanced ad RP x3kg	\$ 325	2	10	\$ 928	10
X14	Hueso comestible 3/4	\$ 34	5	5	\$ 48	5
X15	Balanced gato x2kg	\$ 437	5	10	\$ 1.249	10
X16	Poyal mini adult x3kg	\$ 659	1	6	\$ 1.884	6
X17	Eukanuba ad RP x3kg	\$ 479	2	3	\$ 1.369	3
X18	Manopla plastica quitapelos	\$ 104	1	4	\$ 148	4
X19	Pipetas osspret 2 a 10	\$ 64	3	5	\$ 128	5
X20	Pipetas osspret gatos 4kg	\$ 65	3	5	\$ 131	5
X21	Balanced gato ad x2kg	\$ 395	2	5	\$ 1.128	5
X22	Balanced ad RM x3kg	\$ 342	1	3	\$ 976	3
X23	Complete gato senior 1.5kg	\$ 173	1	4	\$ 495	4
X24	Hierba gatera	\$ 98	1	7	\$ 140	7
X25	Complete adult razas pequeñas 3kg	\$ 261	3	5	\$ 745	5
X26	Agility gato adulto 1.5kg	\$ 227	3	10	\$ 647	10
X27	Kit Sanitario Mediano	\$ 197	3	8	\$ 282	8
X28	Lata agility gato hígado vacuno 340gr	\$ 93	2	6	\$ 133	6
					\$ 50.000	

Fuente: Elaboración propia

6. La solución óptima que ofrece Solver luego de haber relajado dos de las restricciones de stock disponible se detalla en la tabla 2.

Tabla 2. Stock disponible

Restricciones	Cantidades	Restricciones	Cantidades
X1	36	X15	5
X2	11	X16	1
X3	11	X17	2
X4	8	X18	1
X5	6	X19	3
X6	11	X20	3
X7	1	X21	2
X8	8	X22	1
X9	4	X23	1
X10	6	X24	1
X11	17	X25	3
X12	2	X26	3
X13	2	X27	3
X14	5	X28	2

Fuente: Elaboración propia.



Con un resultado en la Función Objetivo de \$22.169,22 correspondiente a la contribución marginal total.

- Al trabajar con variables continuas a los fines de obtener los respectivos informes brindados por la herramienta Solver de Excel, se pueden realizar las siguientes interpretaciones respecto del resultado óptimo obtenido:

- Informe de sensibilidad: Variables

Figura 12. Informe de Sensibilidad-Optimalidad

Celda	Producto	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir	Rango de Optimalidad
\$C\$36	Piedras sanitarias economicas xkg	36	0	\$ 21	9,72577E-05	1E+30	-1E+30 \$ 21
\$D\$36	Michi Feliz piedras sanitarias	11	0	\$ 62	0,000289696	1E+30	-1E+30 \$ 62
\$E\$36	Complete gato castrado x1.5kg	11	0	\$ 194	194,0022392	1E+30	-1E+30 \$ 388
\$F\$36	Absorsol perfumadas x2kg piedras sanitarias	8	0	\$ 122	0,00057174	1E+30	-1E+30 \$ 122
\$G\$36	Absorsol x2kg piedras sanitarias	6	0	\$ 87	0,000408751	1E+30	-1E+30 \$ 87
\$H\$36	Complete gato x1.5kg	11	0	\$ 192	191,3997138	1E+30	-1E+30 \$ 383
\$I\$36	Salsa carne whiskas	1	0	\$ 31	0,000146688	1E+30	-1E+30 \$ 31
\$J\$36	Absorsol x3.6kg piedras sanitarias	8	0	\$ 155	0,001724251	1E+30	-1E+30 \$ 155
\$K\$36	Salsa pedigree ad RP	4	0	\$ 27	0,000126744	1E+30	-1E+30 \$ 27
\$L\$36	Complete gatito x1.5kg	6	0	\$ 203	202,8233066	1E+30	-1E+30 \$ 406
\$M\$36	Absorsol perfumadas lavanda x3.6kg piedras sanit	17	0	\$ 213	0	0,001	213,339 \$ 213
\$N\$36	Hueso comestible 5/6	2	0	\$ 53	0,000248327	1E+30	-1E+30 \$ 53
\$O\$36	Balanced ad RP x3kg	2	0	\$ 325	324,9286947	1E+30	-1E+30 \$ 650
\$P\$36	Hueso comestible 3/4	5	0	\$ 34	1E+30	0	\$ 33,60 #####
\$Q\$36	Balanced gatito x2kg	5	0	\$ 437	437,2749429	1E+30	-1E+30 \$ 875
\$R\$36	Royal mini adult x3kg	1	0	\$ 659	659,3517461	1E+30	-1E+30 \$ 1.319
\$S\$36	Eukanuba ad RP x3kg	2	0	\$ 479	479,1269825	1E+30	-1E+30 \$ 958
\$T\$36	Manopla plastica quitapelos	1	0	\$ 104	0,000485225	1E+30	-1E+30 \$ 104
\$U\$36	Pipetas osspret 2 a 10	3	0	\$ 64	25,54749291	1E+30	-1E+30 \$ 89
\$V\$36	Pipetas osspret gatos 4kg	3	0	\$ 65	26,13011193	1E+30	-1E+30 \$ 91
\$W\$36	Balanced gato ad x2kg	2	0	\$ 395	394,7198754	1E+30	-1E+30 \$ 789
\$X\$36	Balanced ad RM x3kg	1	0	\$ 342	341,552202	1E+30	-1E+30 \$ 683
\$Y\$36	Complete gato senior 1,5kg	1	0	\$ 173	173,3000475	1E+30	-1E+30 \$ 347
\$Z\$36	Hierba gatera	1	0	\$ 98	0,000458845	1E+30	-1E+30 \$ 98
\$AA\$36	Complete adult razas pequeñas 3kg	3	0	\$ 261	260,5810877	1E+30	-1E+30 \$ 521
\$AB\$36	Agility gato adulto 1,5kg	3	0	\$ 227	226,5481238	1E+30	-1E+30 \$ 453
\$AC\$36	Kit Sanitario Mediano	3	0	\$ 197	0,000923881	1E+30	-1E+30 \$ 197
\$AD\$36	Lata agility gato hígado vacuno 340gr	2	0	\$ 93	0,000437402	1E+30	-1E+30 \$ 93

Fuente: Captura de pantalla Excel

Del Informe de Variables resulta el rango de optimalidad para cada una de ellas. Este mismo indica que mientras los coeficientes objetivos (contribuciones marginales) pertenezcan a su respectivo rango, el conjunto solución no cambiará. Es decir, que las unidades óptimas de cada producto a vender, serán las mismas.

Todos los productos bajo análisis, en este caso, presentan un valor final distinto de cero, es decir, que es viable la venta de al menos una unidad de cada producto. Es por ello que la totalidad, posee un costo reducido de \$0.

- Informe de sensibilidad: Restricciones



Figura 13. Informe de Sensibilidad-Factibilidad

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir	Rango Factibilidad	
\$AE\$33	Piedras sanitarias economicas x1kg	36	-\$ 0,00	36	24	36	0	60
\$AE\$33	Michi Feliz piedras sanitarias	11	-\$ 0,00	11	5	11	0	16
\$AE\$41	Complete gato castrado x1.5kg	11	-\$ 194,00	11	4	6,260020126	4,739979674	15
\$AE\$44	Absorsol perfumadas x2kg piedras sanitarias	8	-\$ 0,00	8	8	8	0	16
\$AE\$44	Absorsol x2kg piedras sanitarias	6	-\$ 0,00	6	12	6	0	18
\$AE\$44	Complete gato x1.5kg	11	-\$ 191,40	11	4	6,33517546	4,66482454	15
\$AE\$44	Salsa carne whiskas	1	-\$ 0,00	1	17	1	0	18
\$AE\$44	Absorsol x3.6kg piedras sanitarias	8	-\$ 0,00	8	17,41780797	8	0	25,41780797
\$AE\$44	Salsa pedigree ad RP	4	-\$ 0,00	4	14	4	0	18
\$AE\$44	Complete gatito x1.5kg	6	-\$ 202,82	6	6,634514053	5,987763151	0,012236849	12,63451405
\$AE\$44	Absorsol perfumadas lavanda x3.6kg piedras sanitari	16,614866	\$ -	4	12,61486614	1E+30	-1E+30	16,61486614
\$AE\$44	Hueso comestible 5/6	2	-\$ 0,00	2	1	2	0	3
\$AE\$51	Balanced ad RP x3kg	2	-\$ 324,93	2	4,141321158	2	0	6,141321158
\$AE\$51	Hueso comestible 3/4	5	\$ -	5	0	1E+30	-1E+30	5
\$AE\$51	Balanced gatito x2kg	5	-\$ 437,27	5	3,077318059	2,777332526	2,222667474	8,077318059
\$AE\$51	Royal mini adult x3kg	1	-\$ 659,35	1	2,040844035	1	0	3,040844035
\$AE\$51	Eukanuba ad RP x3kg	2	-\$ 479,13	2	1	2	0	3
\$AE\$51	Manopla plastica quitapelos	1	-\$ 0,00	1	3	1	0	4
\$AE\$51	Pipetas osspret 2 a 10	3	-\$ 25,55	3	2	3	0	5
\$AE\$51	Pipetas osspret gatos 4kg	3	-\$ 26,13	3	2	3	0	5
\$AE\$51	Balanced gato ad x2kg	2	-\$ 394,72	2	3	2	0	5
\$AE\$51	Balanced ad RM x3kg	1	-\$ 341,55	1	2	1	0	3
\$AE\$61	Complete gato senior 1,5kg	1	-\$ 173,30	1	3	1	0	4
\$AE\$61	Hierba gatera	1	-\$ 0,00	1	6	1	0	7
\$AE\$61	Complete adult razas pequeñas 3kg	3	-\$ 260,58	3	2	3	0	5
\$AE\$61	Agility gato adulto 1.5kg	3	-\$ 226,55	3	5,939674874	3	0	8,939674874
\$AE\$61	Kit Sanitario Mediano	3	-\$ 0,00	3	5	3	0	8
\$AE\$61	Lata agility gato hígado vacuno 340gr	2	-\$ 0,00	2	4	2	0	6

Fuente: Captura de pantalla Excel

Figura 14. Informe de Sensibilidad-Factibilidad

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir	Rango Factibilidad	
\$AE\$66	Piedras sanitarias economicas x1kg	36	\$ -	60	1E+30	24	36	1E+30
\$AE\$67	Michi Feliz piedras sanitarias	11	\$ -	16	1E+30	5	11	1E+30
\$AE\$68	Complete gato castrado x1.5kg	11	\$ -	15	1E+30	4	11	1E+30
\$AE\$69	Absorsol perfumadas x2kg piedras sanitarias	8	\$ -	16	1E+30	8	8	1E+30
\$AE\$70	Absorsol x2kg piedras sanitarias	6	\$ -	18	1E+30	12	6	1E+30
\$AE\$71	Complete gato x1.5kg	11	\$ -	15	1E+30	4	11	1E+30
\$AE\$72	Salsa carne whiskas	1	\$ -	18	1E+30	17	1	1E+30
\$AE\$73	Absorsol x3.6kg piedras sanitarias	8	\$ -	28	1E+30	20	8	1E+30
\$AE\$74	Salsa pedigree ad RP	4	\$ -	18	1E+30	14	4	1E+30
\$AE\$75	Complete gatito x1.5kg	6	\$ -	15	1E+30	9	6	1E+30
\$AE\$76	Absorsol perfumadas lavanda x3.6kg piedras sanitarias	17	\$ -	28	1E+30	11,38513386	16,61486614	1E+30
\$AE\$77	Hueso comestible 5/6	2	\$ -	3	1E+30	1	2	1E+30
\$AE\$78	Balanced ad RP x3kg	2	\$ -	10	1E+30	8	2	1E+30
\$AE\$79	Hueso comestible 3/4	5	\$ -	5	80,10184435	0	5	85,10184435
\$AE\$80	Balanced gatito x2kg	5	\$ -	10	1E+30	5	5	1E+30
\$AE\$81	Royal mini adult x3kg	1	\$ -	6	1E+30	5	1	1E+30
\$AE\$82	Eukanuba ad RP x3kg	2	\$ -	3	1E+30	1	2	1E+30
\$AE\$83	Manopla plastica quitapelos	1	\$ -	4	1E+30	3	1	1E+30
\$AE\$84	Pipetas osspret 2 a 10	3	\$ -	5	1E+30	2	3	1E+30
\$AE\$85	Pipetas osspret gatos 4kg	3	\$ -	5	1E+30	2	3	1E+30
\$AE\$86	Balanced gato ad x2kg	2	\$ -	5	1E+30	3	2	1E+30
\$AE\$87	Balanced ad RM x3kg	1	\$ -	3	1E+30	2	1	1E+30
\$AE\$88	Complete gato senior 1,5kg	1	\$ -	4	1E+30	3	1	1E+30
\$AE\$89	Hierba gatera	1	\$ -	7	1E+30	6	1	1E+30
\$AE\$90	Complete adult razas pequeñas 3kg	3	\$ -	5	1E+30	2	3	1E+30
\$AE\$91	Agility gato adulto 1.5kg	3	\$ -	10	1E+30	7	3	1E+30
\$AE\$92	Kit Sanitario Mediano	3	\$ -	8	1E+30	5	3	1E+30
\$AE\$93	Lata agility gato hígado vacuno 340gr	2	\$ -	6	1E+30	4	2	1E+30
\$AE\$94	Presupuesto	\$ 50,000,00	\$ 0,70	\$ 50,000,00	\$ 3,469,85	\$ 3,844,63	\$ 46,155,37	\$ 53,469,85

Fuente: Captura de pantalla Excel

De este informe se interpreta en primera instancia el rango de factibilidad, donde, por ejemplo, para la restricción de stock disponible para el producto "Complete gato castrado x1,5Kg" el precio sombra es de -\$194, esto quiere decir que, si se aumenta una unidad más en stock disponible para dicho producto, el valor de la FO disminuirá en \$194, mientras que, por



el contrario, si disminuye la disponibilidad en una unidad el valor de la FO aumentará en \$194. En cuanto a los límites del rango de factibilidad para el mismo producto se observa que, si se disminuye el stock en más de 4 unidades o aumentamos más de 6 unidades, no es posible saber cuál es su impacto en el valor de la FO. El precio sombra por lo tanto sólo es válido dentro de dichos límites.

Recomendaciones

Como primera recomendación, se sugiere abastecerse con la demanda pronosticada que se obtuvo del pronóstico cuantitativo para el periodo de junio 2022 basado en datos históricos, como se puede observar en la figura 15.

Figura 15. Demanda

VD	Producto	Demanda	Costo
X1	Piedras sanitarias economicas xkg	35	\$ 1.047,22
X2	Michi Feliz piedras sanitarias	11	\$ 971,20
X3	Complete gato castrado x1.5kg	11	\$ 5.914,24
X4	Absorsol perfumadas x2kg piedras sanitarias	8	\$ 1.393,99
X5	Absorsol x2kg piedras sanitarias	6	\$ 705,97
X6	Complete gato x1.5kg	10	\$ 5.657,86
X7	Salsa carne whiskas	1	\$ 34,87
X8	Absorsol x3.6kg piedras sanitarias	8	\$ 1.700,28
X9	Salsa pedigree ad RP	3	\$ 128,75
X10	Complete gatito x1.5kg	5	\$ 3.181,40
X11	Absorsol perfumadas lavanda x3.6kg piedras sanitarias	4	\$ 1.219,08
X12	Hueso comestible 5/6	1	\$ 108,07
X13	Balanced ad RP x3kg	2	\$ 1.856,72
X14	Hueso comestible 3/4	4	\$ 207,44
X15	Balanced gatito x2kg	4	\$ 5.413,41
X16	Royal mini adult x3kg	1	\$ 1.774,58
X17	Eukanuba ad RP x3kg	2	\$ 2.737,84
X18	Manopla plastica quitapelos	1	\$ 148,77
X19	Pipetas osspret 2 a 10	3	\$ 383,21
X20	Pipetas osspret gatos 4kg	2	\$ 304,80
X21	Balanced gato ad x2kg	2	\$ 2.084,10
X22	Balanced ad RM x3kg	1	\$ 552,34
X23	Complete gato senior 1,5kg	1	\$ 330,26
X24	Hierba gatera	1	\$ 100,97
X25	Complete adult razas pequeñas 3kg	3	\$ 1.874,68
X26	Agility gato adulto 1.5kg	3	\$ 1.940,55
X27	Kit Sanitario Mediano	2	\$ 656,91
X28	Lata agility gato higado vacuno 340gr	2	\$ 243,55
			\$ 42.673,06

Fuente: *Elaboración propia*



Contar con esta cantidad de unidades en el stock de “La Clínica” permitirá la normal operatoria en las ventas y la consecución de las políticas de abastecimiento requeridas en la plataforma, disminuyendo los pedidos rechazados o las bajas en las disponibilidades de los productos exhibidos en la web.

En cuanto a los productos “Complete gato castrado x1.5kg” y “Complete gato x1.5kg” se debería aumentar la capacidad del stock disponible para encontrar una solución Óptima, la misma sería de 10 unidades respectivamente.

En segunda instancia, a la hora de establecer acciones de comercialización se debe hacer hincapié en aquellos productos resultantes de la mezcla óptima, mejorando su visibilidad en la plataforma, ofreciendo promociones, mejorando las imágenes ilustrativas, entre otras.

A modo de poder realizar propuestas de mejora en la gestión de stock y políticas de comercialización, se debería tener en cuenta aquellos productos que surgieron del resultado de la herramienta Pareto y que al no tener información suficiente para su análisis, no se consideraron para realizar su respectivo pronóstico. Por ello, se debería rastrear las razones por las cuales existen productos que al comienzo del período bajo análisis representaban gran parte de las ventas y que en períodos subsiguientes no se efectuaron ventas de los mismos.

De manera inversa, se sugiere evaluar el comportamiento de aquellos productos que recién en periodos cercanos se comenzaron a vender, con la finalidad de evaluar si se modifica en el periodo siguiente al pronosticado, aquellos productos pertenecientes al 20% imprescindible que representan el 80% de las ventas.

Siguiendo la metodología utilizada para encontrar un pronóstico de la demanda esperada para junio-2022, esta investigación se ha propuesto encontrar la cantidad de pedidos esperados para este mismo periodo. Los cuales representan en su totalidad 133 pedidos, de los cuales el 65% han de pagarse de manera online y el 35% restante en efectivo. Contar con esta información es de suma utilidad para la gerencia a la hora de conocer el flujo de efectivo con el que puede actuar ya sea para pagos a proveedores o compras futuras de los productos que se han detectado como imprescindibles mediante el modelo de Pareto. Por esto, se recomienda motivar el pago en efectivo a través de promociones, cupones de descuento, entre otras, para incentivar este medio de pago.



Conclusiones

A partir de la implementación de las herramientas de análisis cuantitativo se pudo conocer y aportar al negocio una mejor gestión de sus ventas en la plataforma e-commerce, determinando cuáles son los productos más vendidos y a su vez cuál es la mezcla óptima de los mismos que maximizan la contribución marginal. En base a esto se obtiene un informe en el cual se puede realizar un análisis más exhaustivo sobre restricciones y gestión de dichos productos debido a que, como en toda organización los recursos son escasos y se debe planificar su correcto uso.

Por lo tanto, se ha logrado cumplir con los objetivos propuestos al comienzo de la presente investigación, es decir, optimizar la gestión del stock para aquellos productos que son más relevantes en cuanto a unidades vendidas en la plataforma e-commerce utilizada, como así también recomendar herramientas de análisis cuantitativo que mejoren la toma de decisiones.

Como conclusión final, cabe destacar la importancia que tiene no solo que el analista se involucre en el caso bajo estudio durante y post análisis, sino también la gerencia de la compañía y el resto de los departamentos. De manera que todos proporcionen la información requerida para nutrir la investigación.

Se concluye de esta manera, que además de considerar la intuición de cada directivo respecto al negocio que gestiona, deben incluirse métodos cuantitativos que avalen la correcta toma de decisiones.



Bibliografía

- Anthony R. y Govindarajan V. (2008). Sistemas de Control de Gestión. Mac Graw Hill.
- Hernández Sampieri (2014). Metodología de Investigación. McGraw-Hill.
- Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman, Manoj K. Malhotra (2008), Administración de Operaciones, Procesos y Cadena de Valor, 8va edición.
- Pérez Carballo Veiga J. (2008) Control de Gestión Empresarial. Esic Editorial.
- Render, B., Stair, R., & Hanna, M. (2012). Métodos cuantitativos para los negocios. Pearson.



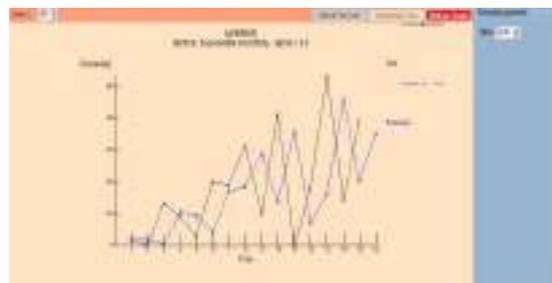
Apéndice

Pronóstico correspondiente a los 28 productos más representativos

Figura A1. Piedras sanitarias económicas x kg. Ventas por mes, PMS, SE y sus graficas



Promedio Movil Simple ; n=3	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	4,361
MAD (Mean Absolute Deviation)	13,47
MSE (Mean Squared Error)	267,88
Standard Error (denom=n-2=10)	17,929
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	57,94%
Forecast	
next period	35,33



Suavizamiento Exponencial ; Alfa=0,80	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	2,37
MAD (Mean Absolute Deviation)	16,598
MSE (Mean Squared Error)	414,921
Standard Error (denom=n-2=12)	22,002
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	79,22%
Forecast	
next period	35,263

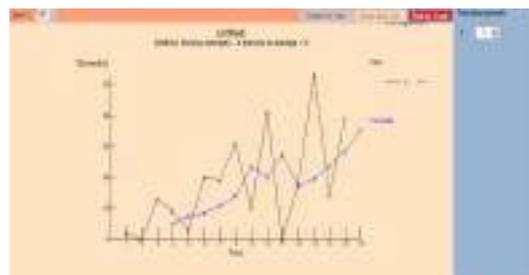
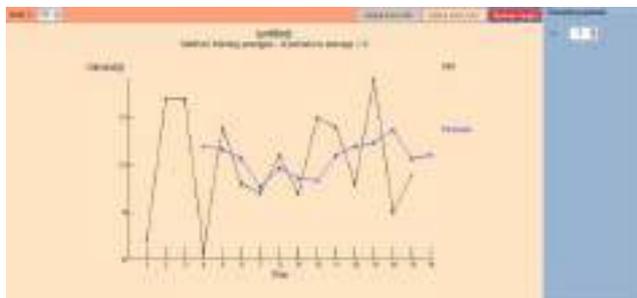




Figura A2. Michi feliz piedras sanitarias. Ventas por mes, PMS, SE y sus graficas



Promedio Movil Simple; n=3	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-0,861
MAD (Mean Absolute Deviation)	4,194
MSE (Mean Squared Error)	27,528
Standard Error (denom=n-2=10)	5,747
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	128,19%
Forecast	
next period	11



Suavizamiento Exponencial; Alfa=0,80	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0,597
MAD (Mean Absolute Deviation)	6,659
MSE (Mean Squared Error)	67,555
Standard Error (denom=n-2=12)	8,878
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	164,91%
Forecast	
next period	8,681

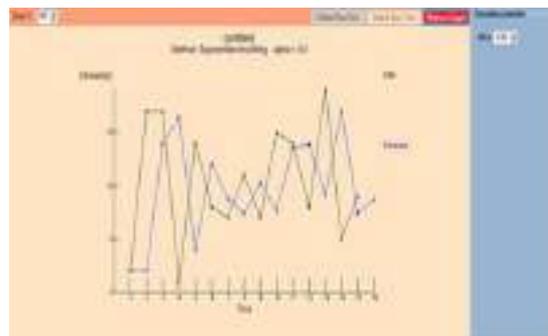
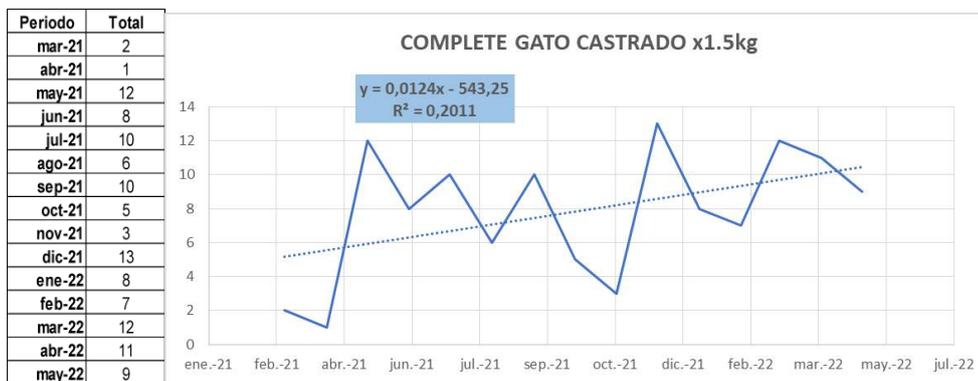
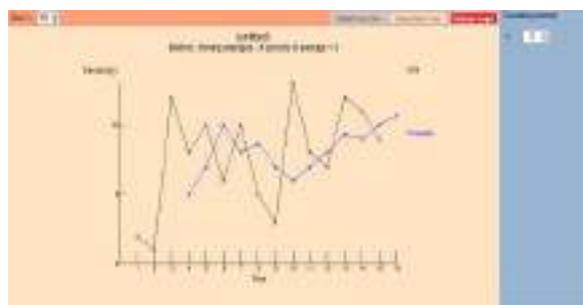




Figura A3. Complete gato castrado x 1,5 kg. Ventas por mes, PMS, SE y sus graficas



Promedio Movil ; n=3	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0,583
MAD (Mean Absolute Deviation)	2,861
MSE (Mean Squared Error)	10,88
Standard Error (denom=n-2=10)	3,613
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	41,08%
Forecast	
next period	10,667



Suavizamiento Exponencial ; Alfa=0,80	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0,661
MAD (Mean Absolute Deviation)	3,596
MSE (Mean Squared Error)	21,577
Standard Error (denom=n-2=12)	5,017
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	50,17%
Forecast	
next period	9,403

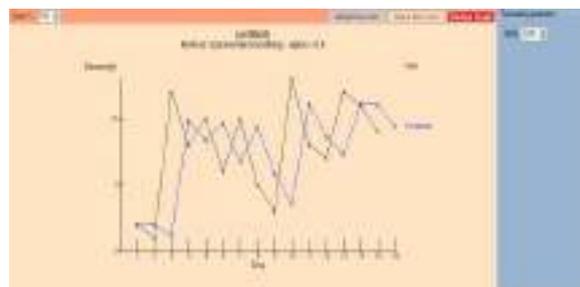


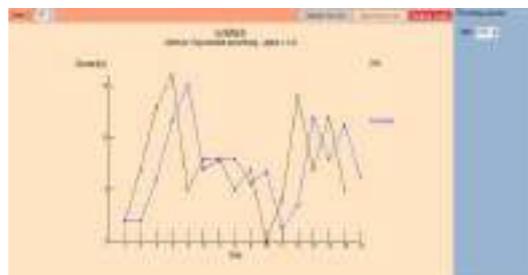


Figura A4. Absorsol perfumadas x 2 kg piedras sanitarias. Ventas por mes, PMS, SE y sus graficas

Periodo	Total
mar-21	2
abr-21	7
may-21	13
jun-21	16
jul-21	5
ago-21	8
sep-21	8
oct-21	5
nov-21	7
dic-21	0
ene-22	4
feb-22	14
mar-22	7
abr-22	12
may-22	5



Suavizamiento Exponencial ; Alfa=0,80	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0,378
MAD (Mean Absolute Deviation)	4,791
MSE (Mean Squared Error)	32,08
Standard Error (denom=n-2=12)	6,118
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	58,44%
Forecast	
next period	6,239



Promedio Movil ; n=3	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-0,25
MAD (Mean Absolute Deviation)	4,194
MSE (Mean Squared Error)	28,639
Standard Error (denom=n-2=10)	5,862
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	44,61%
Forecast	
next period	8

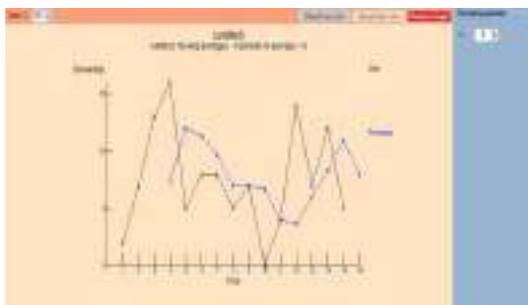
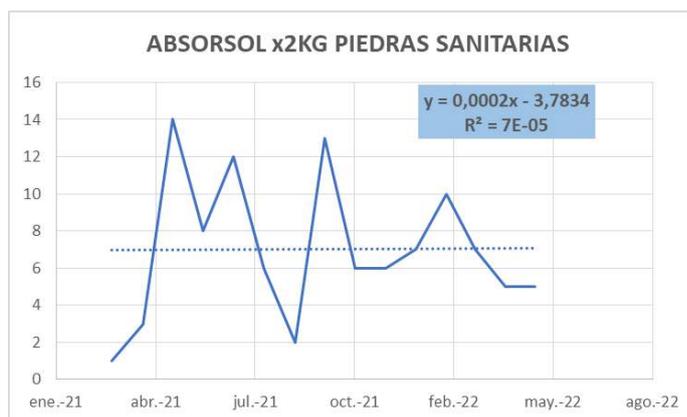


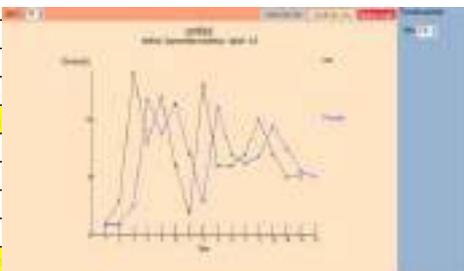


Figura A5. Absorsol x 2 kg piedras sanitarias. Ventas por mes, PMS, SE y sus graficas

Periodo	Total
mar-21	1
abr-21	3
may-21	14
jun-21	8
jul-21	12
ago-21	6
sep-21	2
oct-21	13
nov-21	6
dic-21	6
ene-22	7
feb-22	10
mar-22	7
abr-22	5
may-22	5



Suavizamiento Exponencial ; Alfa=0,80	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0,366
MAD (Mean Absolute Deviation)	4,006
MSE (Mean Squared Error)	25,79
Standard Error (denom=n-2=12)	5,485
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	62,68%
Forecast	
next period	5,099



Promedio Movil Simple ; n=3	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-0,472
MAD (Mean Absolute Deviation)	3,083
MSE (Mean Squared Error)	13,546
Standard Error (denom=n-2=10)	4,032
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	60,98%
Forecast	
next period	5,667

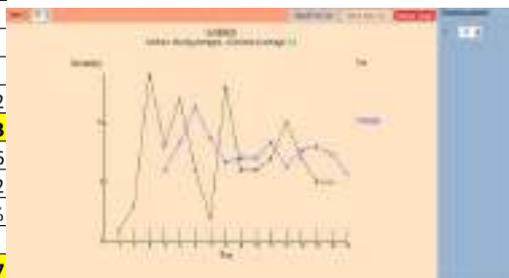
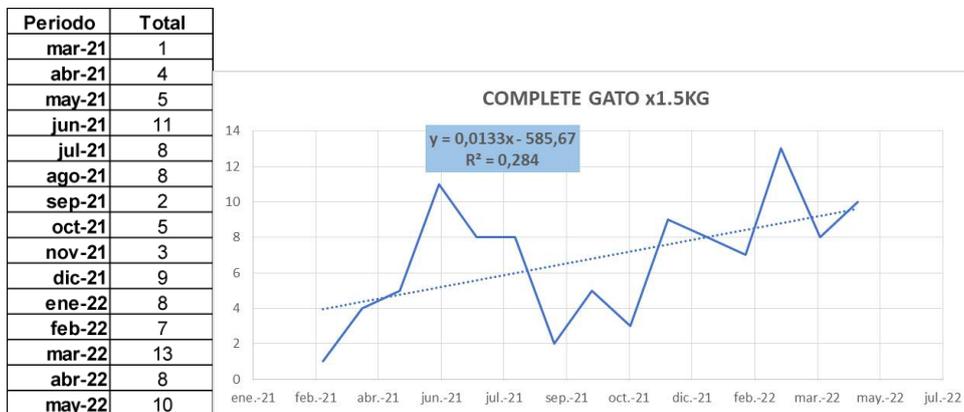




Figura A6. Complete gato x 1,5 kg. Ventas por mes, PMS, SE y sus graficas



Suavizamiento Exponencial ; Alfa=0,80	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0,782
MAD (Mean Absolute Deviation)	2,868
MSE (Mean Squared Error)	12,889
Standard Error (denom=n-2=12)	3,878
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	54,86%
Forecast	
next period	9,754

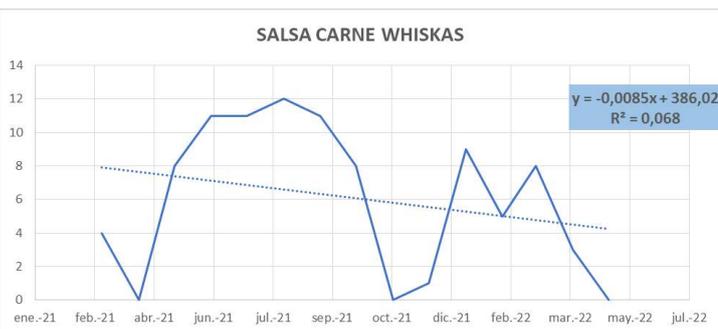


Promedio Movil Simple ; n=3	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0,972
MAD (Mean Absolute Deviation)	2,861
MSE (Mean Squared Error)	14,954
Standard Error (denom=n-2=10)	4,236
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	56,81%
Forecast	
next period	10,333

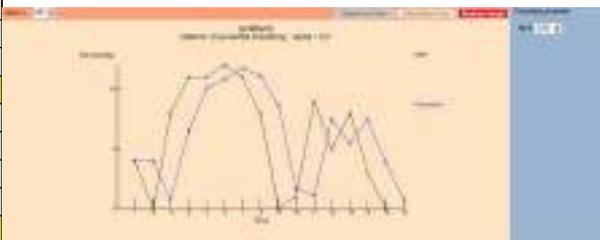


Figura A7. Salsa carne whiskas. Ventas por mes, PMS, SE y sus graficas

Periodo	Total
mar-21	4
abr-21	0
may-21	8
jun-21	11
jul-21	11
ago-21	12
sep-21	11
oct-21	8
nov-21	0
dic-21	1
ene-22	9
feb-22	5
mar-22	8
abr-22	3
may-22	0



Suavizamiento Exponencial ; Alfa=0,80	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-0,288
MAD (Mean Absolute Deviation)	3,727
MSE (Mean Squared Error)	20,33
Standard Error (denom=n-2=12)	4,87
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	41,74%
Forecast	
next period	0,78



Promedio Movil Simple ; n=3	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-0,389
MAD (Mean Absolute Deviation)	4,444
MSE (Mean Squared Error)	26,352
Standard Error (denom=n-2=10)	5,623
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	81,89%
Forecast	
next period	3,667





Figura A8. Absorsol x 3,6 kg piedras sanitarias. Ventas por mes, PMS, SE y sus graficas

Periodo	Total
mar-21	2
abr-21	2
may-21	2
jun-21	4
jul-21	3
ago-21	10
sep-21	6
oct-21	0
nov-21	3
dic-21	9
ene-22	11
feb-22	6
mar-22	14
abr-22	10
may-22	7



Suavizamiento Exponencial ; Alfa=0,80	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0,509
MAD (Mean Absolute Deviation)	3,393
MSE (Mean Squared Error)	17,4
Standard Error (denom=n-2=12)	4,506
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	38,46%
Forecast	
next period	7,703



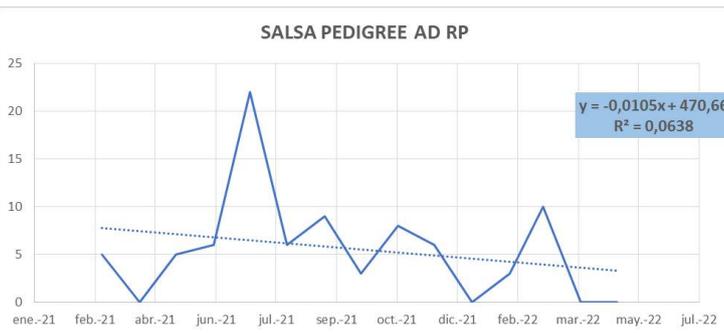
Promedio Movil Simple ; n=3	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	1,194
MAD (Mean Absolute Deviation)	3,472
MSE (Mean Squared Error)	18,676
Standard Error (denom=n-2=10)	4,734
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	38,07%
Forecast	
next period	10,333



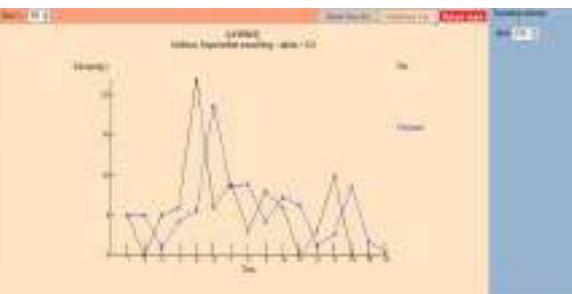


Figura A9. Salsa pedigree ad RP. Ventas por mes, PMS, SE y sus graficas

Periodo	Total
mar-21	5
abr-21	0
may-21	5
jun-21	6
jul-21	22
ago-21	6
sep-21	9
oct-21	3
nov-21	8
dic-21	6
ene-22	0
feb-22	3
mar-22	10
abr-22	0
may-22	0



Suavizamiento Exponencial ; Alfa =0,80	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-0,416
MAD (Mean Absolute Deviation)	5,492
MSE (Mean Squared Error)	49,779
Standard Error (denom=n-2=12)	7,621
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	57,05%
Forecast	
next period	0,341



Promedio Movil Simple ; n=3	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-0,278
MAD (Mean Absolute Deviation)	5,278
MSE (Mean Squared Error)	48,889
Standard Error (denom=n-2=10)	7,659
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	59,15%
Forecast	
next period	3,333

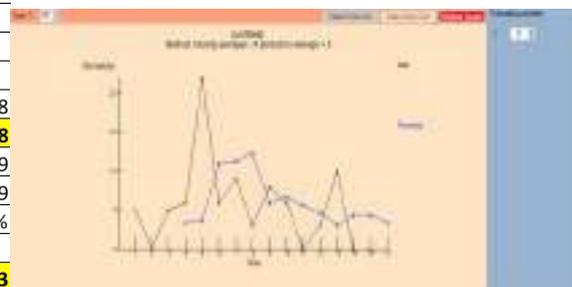
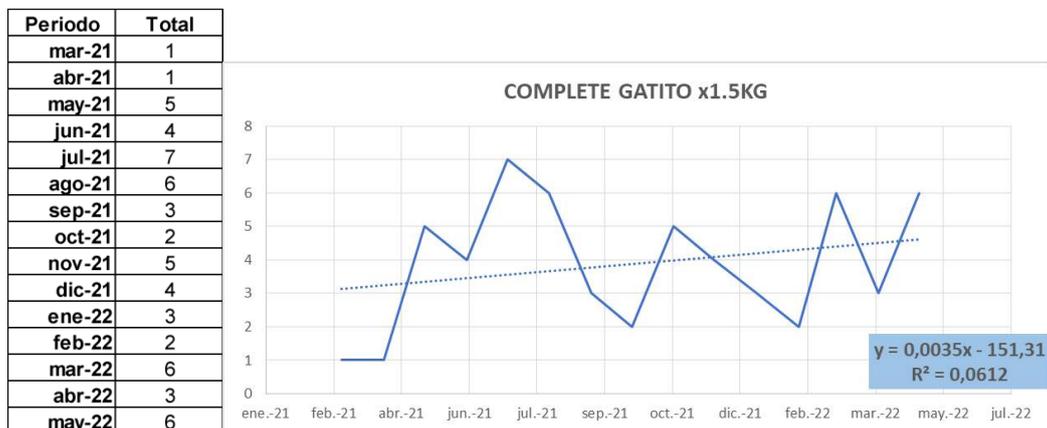
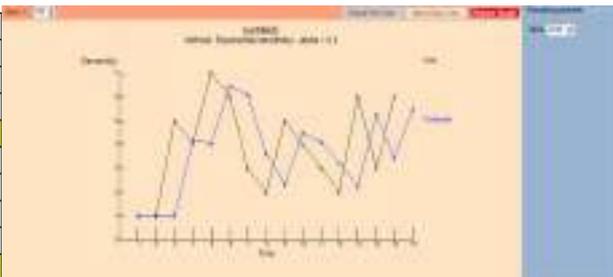




Figura A10. Complete gatito x 1,5 kg. Ventas por mes, PMS, SE y sus graficas



Suavizamiento Exponencial; Alfa=0,80	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0,401
MAD (Mean Absolute Deviation)	1,877
MSE (Mean Squared Error)	5,201
Standard Error (denom=n-2=12)	2,463
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	47,16%
Forecast	
next period	5,49



Promedo Movil; n=3	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0,333
MAD (Mean Absolute Deviation)	1,889
MSE (Mean Squared Error)	4,704
Standard Error (denom=n-2=10)	2,376
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	53,12%
Forecast	
next period	5

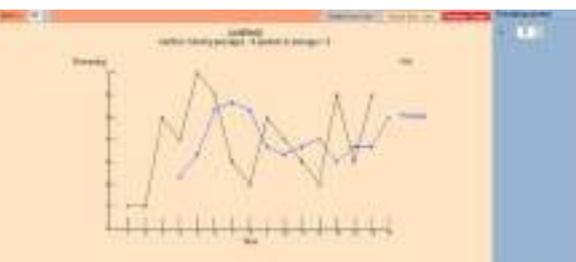
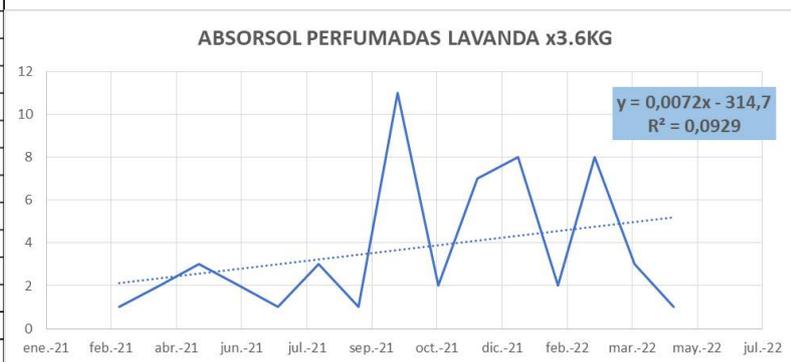


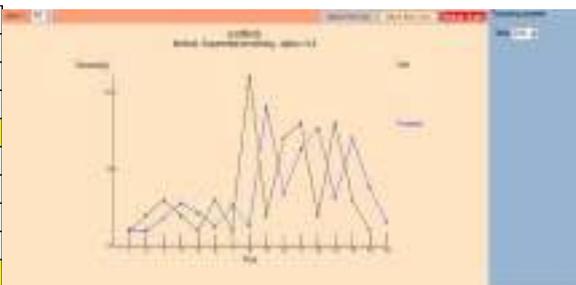


Figura A11. Absorsol perfumadas lavanda x 3,6 kg piedras sanitarias. Ventas por mes, PMS, SE y sus graficas

Periodo	Total
mar-21	1
abr-21	2
may-21	3
jun-21	2
jul-21	1
ago-21	3
sep-21	1
oct-21	11
nov-21	2
dic-21	7
ene-22	8
feb-22	2
mar-22	8
abr-22	3
may-22	1



Suavizamiento Exponencial; Alfa=0,80	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0,05
MAD (Mean Absolute Deviation)	3,352
MSE (Mean Squared Error)	17,802
Standard Error (denom=n-2=12)	4,557
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	124,22%
Forecast	
next period	1,561



Promedio Movil Simple; n=3	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0,083
MAD (Mean Absolute Deviation)	2,639
MSE (Mean Squared Error)	12,176
Standard Error (denom=n-2=10)	3,822
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	99,78%
Forecast	
next period	4

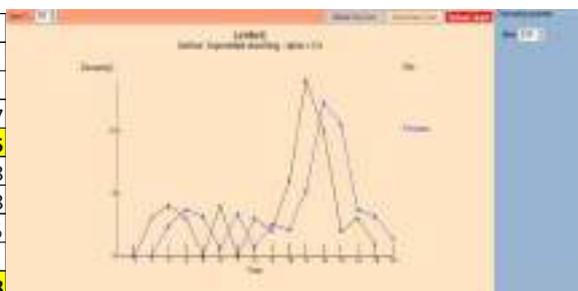




Figura A12. Hueso comestible 5%. Ventas por mes, PMS, SE y sus graficas



Suavizamiento Exponencial; Alfa=0,80	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0,127
MAD (Mean Absolute Deviation)	3,155
MSE (Mean Squared Error)	15,98
Standard Error (denom=n-2=12)	4,318
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	82,91%
Forecast	
next period	1,428



Promedio Movil Simple	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-0,194
MAD (Mean Absolute Deviation)	3,75
MSE (Mean Squared Error)	22,287
Standard Error (denom=n-2=10)	5,172
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	108,14%
Forecast	
next period	2

